

症例報告

習慣的に中鎖脂肪酸を摂取した実業団ラグビー選手の体重・皮下脂肪厚およびコンディションの変化

石橋 彩^{*1,*2}、牧野 慎二^{*3}、Jason PRICE^{*3}

^{*1} 東京大学大学院総合文化研究科、^{*2} 日本学術振興会特別研究員 PD、^{*3} トヨタヴェルブリッツ

【症例】

国内トップリーグに所属する実業団ラグビー選手20名が、プレシーズンからシーズン中の5ヶ月間にわたって1日あたり18gの中鎖脂肪酸を継続して摂取した。その結果、皮下脂肪厚は、15名の選手で減少がみられ、プレシーズンと比較してシーズン中の平均値は有意な低下が認められた（対応のあるt検定： $p < 0.01$ ）。一方、体重に有意な差は認められなかった。また、栄養素摂取状況は、プレシーズンからシーズン中の間に炭水化物の摂取量のみ有意な増加が認められたが、エネルギー、たんぱく質および脂質の摂取量については、大きな変化は認められなかった。コンディションに関する質問紙調査では、7割以上の選手から瞬発力、敏捷性および便通が中鎖脂肪酸を摂取する前に比べて良好な状態になったという回答が得られた。

【結論】

5ヶ月間にわたって習慣的に中鎖脂肪酸を摂取した実業団ラグビー選手では、体重の変化を伴わずに皮下脂肪厚が減少するとともに、瞬発力、敏捷性および便通などが良好な状態になる可能性が示唆された。

キーワード：ラグビー選手 中鎖脂肪酸 体組成

I はじめに

ラグビーは、15名のメンバーから構成され、8名のフォワード（FW）と、7名のバックス（BK）に大きく分けられる。ラグビーの競技特性として、ラック、スクラムやモールなどを含む激しいコンタクトプレーを頻繁に行うことがあげられる^{1), 2)}。また、ラグビーは前後半40分、計80分の試合が行われ、試合では筋力、走行速度、有酸素能力、無酸素能力および敏捷性などの身体特性が重要であるとされている^{3), 4)}。ラグビー選手における体脂肪の過多は、敏捷性を低下させる可能性があるため⁵⁾、パフォーマンス向上のためには体脂肪量を減少させ、除脂肪体重を増やすことが重要であるとされている^{6), 7)}。実際に、競技レベルの高いラグビー選手ほど、体重および除脂肪体重が重く、反対に体脂肪量は少なく、高い筋力やスピードを有していることが報告されている⁸⁾。このように、ラグビー選手においては、体組成をコントロールすることがパフォーマンスを向上させるうえで重要となる。

中鎖脂肪酸は、炭素が8～10個の脂肪酸であり、ココナッツオイルなどのヤシ科植物、牛乳に含まれる。一般的な食用油に含まれる長鎖脂肪酸は、リンパ管、静脈を通過して脂肪細胞、筋、肝臓に運ばれ、分解・貯蔵されるのに対し、中鎖脂肪酸は、肝臓に通じる門脈を経て直接肝臓に運ばれ分解される。このため、中鎖脂肪酸は、一般的な油に比べて、速やかに分解されてエネルギーになるという特性を有する。肥満者を対象とした研究では、中鎖脂肪酸の習慣的な摂取により体脂肪量が減少することが認められている⁹⁾。加えて、スポーツ選手においても、習慣的な中鎖脂肪酸摂取により、男子レスリング選手の体組成が改善（上肢の皮下脂肪厚の減少と筋厚の増加）されることが報告されている¹⁰⁾。しかしながら、他競技と比較して体格の大きいラグビー選手においても、中鎖脂肪酸を習慣的に摂取した場合に同様の体組成の変化が生じるかは明らかではない。今回、実際に中鎖脂肪酸を習慣的に摂取したラグビー選手における体重・皮下脂肪厚およびコンディションの変化に関するデータが得られたので報

告する。

II 症例

1. 選手とサポート活動に関する基礎情報

国内トップリーグに所属する実業団男子ラグビー選手20名が、シーズン前からシーズン中の5ヶ月間に中鎖脂肪酸を継続して摂取した。本チームでは、以前より数名の摂取が中鎖脂肪酸を日常的に摂取していること、また中鎖脂肪酸に対して興味を示す選手が多かったことから、コーチおよび選手が主体となって、強化計画の一環として中鎖脂肪酸を取り入れることとなった。また、中鎖脂肪酸の摂取を開始するに伴い、コーチからの依頼を受け、体重およびキャリパー法による皮下脂肪厚の測定ならびに食事調査をプレシーズン（2020年11月上旬 [中鎖脂肪酸摂取前]）、シーズン中（2021年3月下旬 [中鎖脂肪酸摂取後]）の計2回実施した。なお、今回の症例報告にあたり、選手およびチーム関係者からの同意は得られている。

2. 中鎖脂肪酸の摂取方法

選手は、ゼリータイプ（[1本あたりの栄養価] エネルギー：57 kcal、たんぱく質、脂質、炭水化物：0 g、6.2 g、0.2 g、中鎖脂肪酸油：6 g）またはオイルタイプ（[1本あたりの栄養価] エネルギー：54 kcal、たんぱく質、脂質、炭水化物：0 g、6 g、0 g、中鎖脂肪酸油：6 g）の中鎖脂肪酸（日清オイリオグループ株式会社、東京）を摂取していた。初めの3日間は、中鎖脂肪酸摂取による体調への影響を確認するため、6 gのみ摂取していた。その後、体調への影響がない選手では、1日のなかで無理なく摂取できると思われる量として、1日あたりの上限を18 gとし、毎日摂取していた。中鎖脂肪酸は、1度に全て摂取せず、食事中または食後などに複数回に分けて摂取していた。なお、摂取量については、コーチと選手との話し合いで決定された。ゼリータイプは、そのまま摂取し、オイルタイプのものは、サラダ（ドレッシング）やヨーグルト、飲料などに混ぜて摂取する選手が多かった。

3. 中鎖脂肪酸の摂取状況

全対象選手の内、12名（60%）が中鎖脂肪酸（18 g/日）を5ヶ月間毎日摂取していた。残り8名（40%）の選手のうち、5～6日/週の頻度で摂取した選手が4名、3～4日/週の頻度で摂取した選手が4名であった（表1）。中鎖脂肪酸を多量に摂取した際に、腹痛などの副作用が生じる場合があることが報告されている¹¹⁾。本症例でも、中鎖脂肪酸を摂取したことにより、一時的にお腹が緩くなった選手が1名いたが、食後に摂取することで問題が解消されたと報告があった。

4. 体重および皮下脂肪厚の変化

体重は体重計（株式会社タニタ）を使用して計測した。キャリパー法による皮下脂肪厚測定では、栄研式皮下脂肪厚計（株式会社明興社）を使用し、The International Society for the Advancement of Kinanthropometryの基準に則り¹²⁾、8部位の皮下脂肪厚を計測し、合計値を算出した（Σ8）。

中鎖脂肪酸の摂取期間前後における体重および皮下脂肪厚の個別の変化を表1に示した。プレシーズンとシーズン中における体重の平均値の差について、対応のあるt検定（IBM SPSS Statistics ver. 24.0, IBM Corp., Armonk, NY）で解析した結果、統計的に有意な差は認められなかった（ $p = 0.28$ ）一方、皮下脂肪厚では、プレシーズンとシーズン中の平均値には有意な差が認められた（対応のあるt検定： $p < 0.01$ ）。皮下脂肪厚がプレシーズンと比較してシーズン中に減少した選手は20名中15名であり（FW：8名、BK：7名）、また、皮下脂肪厚の減少がみられた15名の選手のうち12名が中鎖脂肪酸（18 g/日）を毎日摂取していた。

5. 栄養素摂取量の変化

栄養素摂取量は、2日間の自己記入式の食事記録法（秤量法と目分量法の併用）を用い、8訂増補日本食品標準成分表に準拠した栄養計算ソフト（エクセル栄養君 Ver. 9、株式会社 建帛社）により算出・評価した。また、サプリメントの利用があった場合には、サプリメントからの栄養素摂取量も本評価に含めた（シーズン中では中鎖脂肪酸からの栄養素摂取量も含めた）。その結果、炭水化物摂取量のみ、プレシーズンとシーズン中において有意な増加が認められたものの（対応のあるt検定： $p = 0.03$ ）、エネルギー摂取量、たんぱく質摂取量、脂質摂取量には有意な変化は認められなかった（プレシーズン：エネルギー：3,844 ± 739 kcal、たんぱく質、脂質、炭水化物：173 ± 49 g、137 ± 35 g、458 ± 133 g、シーズン中：エネルギー：4,071 ± 657 kcal、たんぱく質、脂質、炭水化物：155 ± 46 g、123 ± 40 g、563 ± 65 g、平均 ± 標準偏差）。

6. コンディションに関する質問紙調査

シーズン中には主観的なコンディションの変化に関する質問紙調査を実施しており、その結果を表2に示した。評価項目は（1）食欲、（2）瞬発力、敏捷性、（3）持久力、（4）運動後の疲労感、（5）便通であり、各項目が「中鎖脂肪酸を摂取する前と比較して現時点でそれぞれの項目がどのような状態か」について、5段階で評価を行った。今回、20名中17名の選手から回答を得られた。その結果、7割以上の選手から瞬発力、敏捷性および便通に関連する項目について中鎖脂肪酸を摂取する前よりも「少し良い」もしくは「良い」という回答が得られた。

表1 各選手の体重および皮下脂肪厚の変化率と中鎖脂肪酸の摂取頻度

選手 No.	ポジション	プレシーズンからシーズン中までの変化率 (%)		摂取頻度 (回/週)
		体重	皮下脂肪厚	
No.1	FW	-1.2	-8.1	7
No.2	FW	-0.1	-2.1	7
No.3	BK	0.6	3.9	5~6
No.4	FW	-3.2	-13.8	7
No.5	FW	-3.0	-10.5	7
No.6	FW	0.7	-1.9	7
No.7	FW	0.0	0.4	5~6
No.8	FW	3.1	-6.6	3~4
No.9	FW	-2.5	1.7	3~4
No.10	FW	2.3	-10.3	5~6
No.11	BK	0.0	-13.9	7
No.12	BK	-2.0	-15.4	7
No.13	BK	-0.6	-11.0	7
No.14	BK	0.5	9.2	3~4
No.15	BK	-2.7	-9.6	3~4
No.16	BK	-2.0	-10.9	7
No.17	BK	2.7	1.5	5~6
No.18	BK	-1.5	-10.9	7
No.19	FW	1.8	-9.8	7
No.20	BK	-3.4	-27.0	7
	平均	-0.5	-7.3	
	標準偏差	2.0	8.2	

表2 シーズン中の主観的なコンディションに関する質問紙調査の結果

	ない (悪い)	少しある (少し悪い)	変わらない	少しある (少し良い)	ある (良い)
(1) 食欲	0 (0)	0 (0)	4 (23.5)	8 (47.1)	5 (29.4)
(2) 瞬発力、敏速性	0 (0)	0 (0)	4 (23.5)	8 (47.1)	5 (29.4)
(3) 持久力	0 (0)	0 (0)	7 (41.2)	7 (41.2)	3 (17.6)
(4) 運動後の疲労感	0 (0)	1 (5.9)	9 (52.9)	5 (29.4)	2 (11.8)
(5) 便通	0 (0)	0 (0)	4 (23.5)	4 (23.5)	9 (52.9)

・ 数値は人数を示し (n = 17)、括弧内はそれぞれ選択肢の回答者数の割合を%で示した。
 ・ 割合 (%) は小数第2位を四捨五入したため、合計しても必ずしも 100 とはならない。

Ⅲ 考察

本症例において、中鎖脂肪酸を習慣的に摂取した実業団ラグビー選手では、体重が大きく変化することなく、皮下脂肪量が有意に減少することが認められた。加えて、主観的なコンディションに関する質問紙調査では、多くの選手において、瞬発力、敏速性および便通が中鎖脂肪酸の摂取後に良好な状態になったという回答が得られた。

ラグビー選手においては、パフォーマンス向上のために体脂肪量を減少させ、除脂肪体重を増やすことが求められる。特に、シーズン中は体脂肪量だけではなく、体重も減少してしまうことが多いが、本症例では、皮下脂肪厚が減少した一方で、体重は維持できていた。この結果は、食事に加えて、中鎖脂肪酸の摂取が、シーズン中にラグビー選手の体組成を維持・改善させる手法として有用なものである可能性を示唆している。体組成の改善のためには、日常の食事内容の改善は必須であるが、食事内容を大幅に変更しなければならない場合もあり、選手の負担となることも少なくない。本症例において摂取された中鎖脂肪酸は、通常の食事に加えたり、ゼリータイプのものはそのままの形状で摂取したりするだけで済むため、選手の負担を軽減することが期待できるという点においても有用な手法であると考えられる。実際、本症例では中鎖脂肪酸を摂取した選手の8割で毎日もしくは週に5～6日の割合で摂取することができていた(表1)。

レスリング選手を対象として行われた研究では、1日あたりの中鎖脂肪酸の摂取量は4～5 gであった。一方で本症例では、1日あたりの摂取量は18 gであり、この先行研究よりも多くの中鎖脂肪酸を摂取していた。本症例では、摂取量の違いによる影響は明らかにすることはできなかったものの、皮下脂肪厚が減少した選手の多く(15名中12名)が中鎖脂肪酸を毎日18 g摂取していたことから、体格の大きなラグビー選手が体組成を改善するためには、その摂取量を他の競技選手よりも増やす必要があるのかもしれない。また、本症例において、シーズン中に皮下脂肪厚が減少した15名の選手は、ポジション別でみるとFWは8名、BKは7名であった。ポジションによって体格だけではなく、トレーニング内容も異なるが、そのような違いがあっても、中鎖脂肪酸を継続して摂取することで体組成改善の効果が得られる可能性が示された。

これまで、中鎖脂肪酸を習慣的に摂取することで、脂質代謝およびエネルギー消費が亢進することが報告されている¹³⁾。加えて、中鎖脂肪酸の摂取は、レプチンの増加によって食欲を抑制する効果があるとされている¹⁴⁾。本症例で実施した質問紙調査において、中鎖脂肪酸の摂取によって食欲がなくなるという回答は得られなかった。さらに、エネルギー摂取量につい

ても大きな変化はみられなかった。このことから、本症例でみられた皮下脂肪厚の減少は、食欲抑制によるものではなく、脂質代謝およびエネルギー消費の亢進による可能性が高いと考えられる。

先述したように、本症例では、体重は大きく変化することなく、皮下脂肪厚の減少がみられたことから、除脂肪体重が増加した可能性が考えられる。動物実験の結果ではあるが、中鎖脂肪酸には、タンパク質の合成を促進し、分解を抑制する効果がある可能性が示唆されており^{15),16)}、中鎖脂肪酸によるこのような作用も、除脂肪体重の増加に一部寄与していた可能性が考えられる。しかしながら、本調査では、身体計測は皮脂厚法のみしか実施しておらず、体脂肪や除脂肪量を直接的に評価することができていない。今後は、体脂肪や除脂肪量の変化をより正確に評価するために、二重エネルギー X線吸収測定法を用いるなど、より精度の高い測定が必要であると考えられる。

プレシーズンとシーズン中の栄養素摂取量については、炭水化物摂取量のみ、シーズン中において有意な増加が認められた。先行研究において、総エネルギー摂取量が同じならば、どの栄養素からエネルギーを摂取しても体重変化にほとんど違いはないことが報告されている¹⁷⁾。本症例の結果では、プレシーズンとシーズン中のエネルギー摂取量には有意な差は認められていないため、この糖質摂取量の増加は、体重や皮下脂肪厚にはほとんど影響を与えないものと推察される。また、たんぱく質摂取量、脂質摂取量にも有意な変化は認められなかった。一方で、プレシーズンとシーズン中の脂質摂取量について、シーズン中の中鎖脂肪酸からの摂取量を含めずに対応のあるt検定を行ったところ、統計的に有意ではないものの、減少する傾向が認められた($p = 0.07$)。この結果は、中鎖脂肪酸を通常の食事に加えて摂取するのではなく、これまで摂取していた油と置き換えて摂取することが体脂肪量を減少させるうえで重要であることを示唆するものであると考えられる。

主観的なコンディションを評価するために行なった質問紙調査では、中鎖脂肪酸を摂取する前と比較して多くの選手において瞬発力、敏捷性が良好になったという回答が得られた。多くの選手で皮下脂肪厚が減少したことから、これらの動きやパフォーマンスに関連する項目が改善したと回答した選手が多かったものと考えられる。また、興味深いことに、多くの選手から「便通が少し良い」もしくは「良い」という回答が得られた。先行研究において、中鎖脂肪酸を多く含む食事を摂取することにより、腸内細菌叢が改善するという知見が報告されている¹⁸⁾。本症例においても、中鎖脂肪酸の摂取によって腸内細菌叢に同様の変化が生じ、その結果、便通が改善したという可能性が考えられる。また、近年、プロバイオティクスなどにより腸

内細菌叢の組成を変化させることで、糖・脂質代謝機能や抗炎症作用が改善し、スポーツ選手の持久性パフォーマンスも向上する可能性が示唆されている¹⁹⁾。今後は、スポーツ選手を対象として、実際に介入研究を行い、中鎖脂肪酸摂取が腸内細菌叢および大腸機能、さらにはパフォーマンスに及ぼす影響についてもより詳細に検証する必要がある。

本症例の対象選手では、トレーニング量の増加に伴うエネルギー消費量の増加が体脂肪量の減少に影響した可能性も考えられるが、本症例ではプレシーズンからシーズン中にかけてトレーニング量の変化を評価することができていない。さらに、コンディションの変化に関しては、選手の主観に基づく質問紙調査のみの評価であり、客観的にパフォーマンスの変化を評価することはできていない。今後、ラグビー選手における中鎖脂肪酸摂取の効果をより詳しく検証するためには、トレーニング内容や食事内容も統制しながら、対照群を設けた介入研究を実施し、生化学的指標やパフォーマンス指標を評価することが必要であると考えられる。

IV 結論

5ヶ月間にわたって習慣的に中鎖脂肪酸を摂取した実業団ラグビー選手では、体重の変化を伴わずに皮下脂肪厚が減少するとともに、瞬発力、敏捷性および便通などが良好な状態になる可能性が示唆された。

謝辞

本活動を実施・報告する上で、ご協力頂きました選手およびスタッフの皆様にご心より御礼申し上げます。

利益相反

本症例で選手が摂取していたゼリータイプまたはオイルタイプの中鎖脂肪酸は、日清オイリオグループ株式会社からチームに提供されたものである。

文 献

- 1) Duthie, G., Pyne, D., Hooper, S.: Applied physiology and game analysis of rugby union, *Sports. Med.*, 33, 973-991 (2003)
- 2) Smart, D.J., Hopkins, W.G., Gill, N.D.: Differences and changes in the physical characteristics of professional and amateur rugby union players, *J. Strength. Cond. Res.*, 27, 3033-3044 (2013)
- 3) Gabbett, T.: Science of rugby league football: A review, *J. Sports. Sci.*, 9, 961-976 (2005)
- 4) Meir, R., Newton, R., Curtis, E., et al.: Physical fitness

qualities of professional rugby league football players: Determination of positional differences, *J. Strength. Cond. Res.*, 15, 450-458 (2001)

- 5) Darrall-Jones, J.D., Jones, B., Till, K.: Anthropometric, sprint, and high-intensity running profiles of English academy rugby union players by position, *J. Strength. Cond. Res.*, 30, 1348-1358 (2016)
- 6) Baker, D.G., Newton, R.U.: Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players, *J. Strength. Cond. Res.*, 22, 153-158 (2008)
- 7) Taber, C.B., Vigotsky, A., Nuckols, G., et al.: Exercise-induced myofibrillar hypertrophy is a contributory cause of gains in muscle strength, *Sports. Med.*, 49, 993-997 (2019)
- 8) Smart, D., Hopkins, W.G., Quarrie, K.L., et al.: The relationship between physical fitness and game behaviours in rugby union players, *Eur. J. Sport. Sci.*, 14, 8-17 (2014)
- 9) St-Onge, M.P., Ross, R., Parsons, W.D., et al.: Medium-chain triglycerides increase energy expenditure and decrease adiposity in overweight men, *Obes. Res.*, 11, 395-402 (2003)
- 10) 野坂直久, 久木留毅, 鈴木佳恵, 他: 中鎖脂肪酸を構成成分とするトリアシルグリセロール摂取が男子レスリング選手の筋肉厚と血液成分に及ぼす影響, 日本臨床栄養学会雑誌, 33, 12-21 (2011)
- 11) Ivy, J.L., Costill, D.L., Fink, W.J., et al.: Contribution of medium and long chain triglyceride intake to energy metabolism during prolonged exercise, *Int. J. Sports. Med.*, 1, 15-20 (1980)
- 12) Marfell-Jones, M.J., Stewart, A., De Ridder, J., et al.: International standards for anthropometric assessment (2012)
- 13) St-Onge, M.P., Bourque, C., Jones, P.J.H., et al.: Medium-versus long-chain triglycerides for 27 days increases fat oxidation and energy expenditure without resulting in changes in body composition in overweight women, *Int. J. Obes.*, 27, 95-102 (2003)
- 14) St-Onge, M.P., Mayrsohn, B., O'Keeffe, M., et al.: Impact of medium and long chain triglycerides consumption on appetite and food intake in overweight men, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 68, 1134-1140 (2014)
- 15) Nishimura, S., Inai, M., Takagi, T., et al.: Preventive effects of the dietary intake of medium-chain triacylglycerols on immobilization-induced muscle atrophy in rats, *J. Oleo. Sci.*, 66, 917-924 (2017)
- 16) Sekine, S., Terada, S., Aoyama, T.: Medium-chain triacylglycerol suppresses the decrease of plasma albumin level through the insulin-Akt-mTOR pathway in the livers of malnourished rats, *J. Nutr. Sci. Vitami-*

- nol* (Tokyo), 59, 123-128 (2013)
- 17) Sacks, F.M., Bray, G.A., Carey, V.J., et al.: Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates, *N. Engl. J. Med.*, 360, 859-873 (2009)
- 18) Rial, S.A., Karelis, A.D., Bergeron, K.F., et al.: Gut microbiota and metabolic health: the potential beneficial effects of a medium chain triglyceride diet in obese individuals, *Nutrients*, 8, 281 (2016)
- 19) Mach, N., Fuster-Botella, D.: Endurance exercise and gut microbiota: A review, *J. Sport. Health. Sci.*, 6, 179-197 (2017)

(受付日：2021年12月20日)
(採択日：2022年2月8日)